

III-168 一次元圧密における有効応力緩和特性

広島大学工学部 正員 吉國 洋
 広島大学工学部 正員 池上 慎司
 広島大学大学院 学生員○田島 新一
 (株)フジタ 正員 井上 信治

1. まえがき

これまでの圧密研究の多くは、粘土を弾塑性固体として取り扱ってきた。室内試験では、ひずみ速度が比較的大きいので、粘土を弾塑性固体として取り扱うことに問題は少ない。しかし、現場においてはひずみ速度が非常に小さいため、弾塑性固体というより弾粘性液体であると考えらるべきであるとして、吉國は粘土を弾粘性液体と考えた新しい圧密モデルを提案した。このモデルの中の有効応力緩和項の働きを実験的に検討した。

2. 試験方法

今回使用した試料は広島粘土で、高含水比(240±5%)において繰り返した後、0.5 kgf/cm²で再圧密したものである。試験は一次元圧密試験装置(d=6cm、h=2cm、水圧荷方式)を用い、図-1に示すように試験荷重まで漸増荷重(0.5 kgf/cm²/day)により荷重を行い、試験荷重に達すると同時に非排水にして10日間、その後10日間排水を行い、供試体下面の間隙水圧および沈下量を測定した。ただし、実験の都合上ケース2の排水期間は1日である。

3. 試験結果および考察

本試験は全応力一定であるため、有効応力緩和挙動は間隙水圧挙動を調べることによって明らかにされる。そこで間隙水圧と時間の関係を図-2に示した。これより、非排水時の間隙水圧の発生、すなわち、有効応力の緩和が明確に確認できる。また、排水と同時に間隙水圧が消散していく過程がよくわかる。実際の地盤では、応力緩和による間隙水圧の発生と同時に排水による間隙水圧の消散が起るため、本試験のような過程の瞬間的繰り返しが粘土の二次圧密挙動といえよう。

次に、非排水時の間隙水圧発生速度に着目すると図-3のようになる。この図より、時間の経過とともに発生速度が小さくなるのがわかる。これより発生速度は有効応力に比例しているといえる。同図において、始めの1、2分間は発生速度がゼロであるが、これはハイロンチューブの膨脹などに起因すると考えられる。したがって、実際の間隙水圧発生は図-2に示したもののより大きいと考えられる。

図-2で非排水時に間隙水圧が発生していることがわかるが、試験荷重に対してどれだけ間

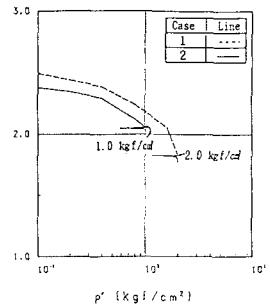


図-1 e ~ log p 関係

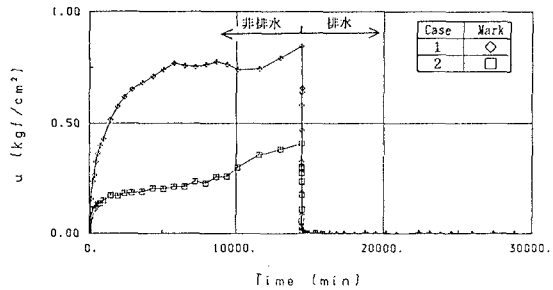


図-2 間隙水圧~時間関係

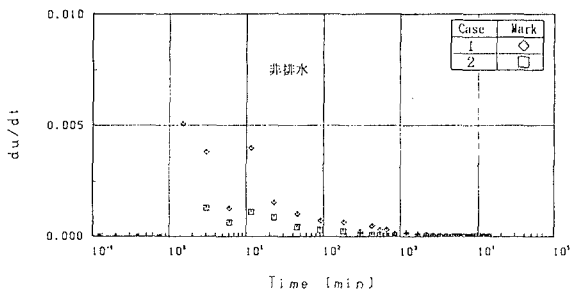


図-3 間隙水圧発生速度~時間関係

隙水圧が発生したかということは興味あるところであり、図-4に無次元化隙水圧と時間の関係を示した。図-4で曲線形が多少異なっている。これは、ケース2において何等かの原因による極わずかな隙隙比の減少があったためであると考えられる。この極わずかな隙隙比の減少がなければ2つの曲線はほぼ重なりと考える。

次に、吉國モデルの圧密方程式

$$\frac{\partial u}{\partial t} = C_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{1}{m_v \cdot \eta} \cdot \frac{\partial k}{\partial z} \cdot \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{dp}{dt} + \frac{1}{m_v \cdot \eta} \cdot \sigma'$$

ここに、 $\eta = (1 + e_0) \cdot \lambda$

λ : 粘性係数

より、非排水時の $m_v \cdot \eta$ ~有効応力関係とクリープ時の η ~隙隙比関係を求め、それぞれ図-5、6に示した。ただし、実験の都合上ケース2の排水時間が短いため、図-6にはケース1についてのみ示した。図-5より、有効応力の緩和にともない $m_v \cdot \eta$ が増加することがわかる。試験結果より有効応力緩和にともない $m_v \cdot \eta$ は増加するが、それ以上に $m_v \cdot \eta$ は増加している。これは、有効応力緩和にともない η が増加していることによる。また、図-6より隙隙比の減少にともない η が増加していることがわかる。 $\log \eta$ と隙隙比の関係はほぼ直線的であるといえる。

今回は、 η の変化を隙隙比と有効応力の変化からとらえた。しかし、有効応力の緩和やクリープ時の隙隙比の減少にともなって、いくつかのひずみ速度をまたぐことになるため、これを考慮すると η とひずみ速度の関係も調べる必要があり、今後の研究課題としたい。

4. まとめ

1) 明らかな有効応力の緩和現象が観測され、一次元圧密で有効応力の45%以上の隙隙水圧が発生した。2) 有効応力の緩和速度は有効応力の大きさに比例的である。3) 有効応力の緩和時間に相当する $m_v \cdot \eta$ は、有効応力の緩和過程において大きく増加する。4) 二次圧密過程は有効応力緩和による隙隙水圧の発生と排水による有効応力への転換の無限の繰り返し過程である。

参考文献

1) 吉國 洋 (1990) : 「軟弱粘土の圧密曲線と圧密曲線に対する一つの解釈 (I)」、第25回土質工学研究発表会、PP. 307~310 . 2) 吉國 洋 (1990) : 「軟弱粘土の圧密曲線と圧密曲線に対する解釈 (II)」、第45回土木学会論文報告集、Vol. 3、pp. 244~255 .

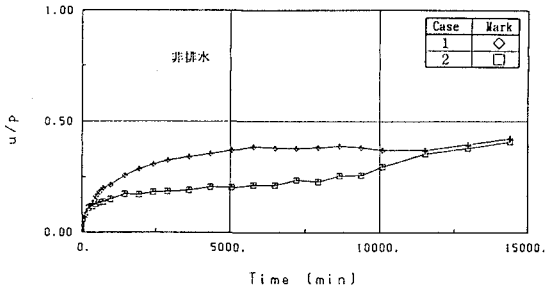


図-4 無次元化隙隙水圧~時間関係

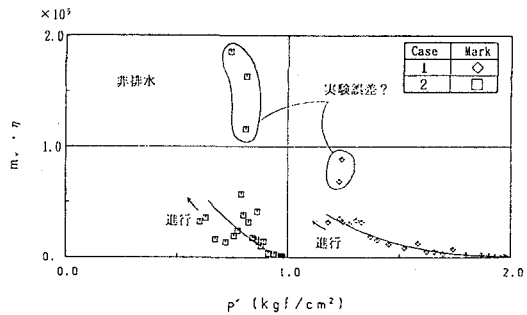


図-5 $m_v \cdot \eta$ ~有効応力関係

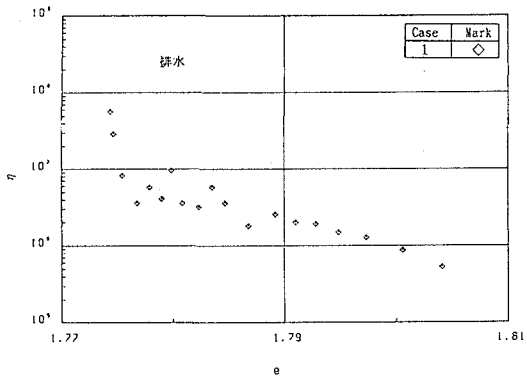


図-6 η ~隙隙比関係